饲粮精氨酸水平对黄羽肉种鸡产蛋高峰期繁殖性能的影响[1]

苟钟勇　蒋守群*　蒋宗勇　郑春田　李　龙　陈　芳　林厦菁　范秋丽

（广东省农业科学院动物科学研究所，畜禽育种国家重点实验室，农业部华南动物营养与饲料重点实验室，广东省动物育种与营养公共实验室，广东省畜禽育种与营养研究重点实验室，广州 510640）

摘　要：本试验旨在研究不同饲粮精氨酸水平对黄羽肉种鸡繁殖性能的影响。试验选用 780 只 36 周龄的黄羽肉种鸡作为试验鸡，采用单因素随机分组试验设计分成 5 个组（饲粮精氨酸水平分别为 0.65%、0.80%、0.95%、1.10%和 1.25%），每组 6 个重复，每个重复 26 只鸡。试验预试验 2 周，饲喂第 1 组饲粮；正试期 10 周。结果表明：饲粮中添加不同水平精氨酸对试验全期种鸡产蛋率、平均蛋重和料蛋比均没有显著影响（P>0.05）。1.10%精氨酸组的产蛋率最高，与 0.65%和 1.25%精氨酸组相比有提高的趋势（P<0.10）。1.25%精氨酸组平均蛋重最低，与其他 4 组相比均有降低的趋势（P<0.10）。饲粮中添加不同水平精氨酸对种蛋蛋壳强度、蛋壳厚度、蛋黄比例、蛋白质含量以及种鸡血浆中丙二醛含量和还原型谷胱甘肽/氧化型谷胱甘肽值均有显著影响（P<0.05）。饲粮精氨酸水平对种蛋受精率、孵化率、健雏率和健雏平均出壳重均没有显著影响（P>0.05）。由此可见，适度添加精氨酸一定程度上能提高黄羽肉种鸡产蛋率，增强种蛋蛋壳强度和种鸡抗氧化能力。综合本试验多项指标推荐快大型黄羽肉种鸡产蛋高峰期饲粮中精氨酸水平为 1.10%。

关键词：黄羽肉种鸡；产蛋期；精氨酸；繁殖性能；蛋品质

中图分类号：S831

精氨酸是一种重要的功能性氨基酸，在动物体内发挥着多种生理功能[1-2]；对鸡来说，因体内合成精氨酸的能力有限，精氨酸更是一种必需氨基酸[3]。近些年来，多项研究发现

收稿日期：2016–12–01

基金项目：广东省农业科学院院长基金项目（201411）；现代农业产业技术体系建设专项资金（CARS-42）；国家“十二五”科技支撑计划项目子课题（2014BAD13B02）；广东省科技攻关项目（2013B020306002）

作者简介：苟钟勇（1982—），男，四川达州人，博士研究生，动物营养与饲料科学专业。E-mail: yozhgo917@163.com

*通信作者：蒋守群，研究员，硕士生导师，E-mail: jsqun3100@sina.com

精氨酸能提高动物的繁殖性能[4-6]，能促进促黄体激素的释放诱导雌性动物排卵。精氨酸对育成期种母鸡的生长和性成熟具有一定促进作用[7]。Najib 等[8]研究发现将饲粮精氨酸水平提高到 1.5%能提高蛋鸡的产蛋性能和饲料转化率；Lmgs 等[9]研究发现给肉种鸡饲粮补充添加精氨酸能提高产蛋率和蛋重，但对种蛋孵化率没有显著影响；Duan 等[10]研究表明肉种鸡产蛋后期饲粮精氨酸的营养需要为 1.36%。目前，有关精氨酸在鸡上的研究报道较少，种鸡上的相关研究更少，上面 1 篇关于种鸡精氨酸营养的研究报道也是以白羽肉种鸡为试验动物。在我国，黄羽肉鸡占据了半壁江山[11-12]，但是黄羽肉种鸡的营养研究还很滞后，最近几年来，我们研究室一直致力于黄羽肉种鸡的营养需要研究，已开展了黄羽肉种鸡产蛋期蛋白质和能量[13]、钙[14]、磷[15]、锌[16]、赖氨酸[17]、蛋氨酸[18]、异亮氨酸[19]、维生素 A[20]等营养需要研究。因此，本研究在前期基础上，继续开展黄羽肉种鸡产蛋期精氨酸营养需要量研究，一方面填补黄羽肉种精氨酸营养研究方面的空白，完善黄羽肉种鸡营养研究；另一方面，鉴于黄羽肉种鸡产蛋率不高的现状，期望通过添加精氨酸来提高其产蛋率和繁殖性能，为黄羽肉种鸡营养标准的制订提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 试验设计

本试验采用单因子随机分组设计。选用780只36周龄健康和遗传背景相同的快大型岭南黄羽肉种鸡父母代种母鸡（不含白羽血缘、体型中等、达5%产蛋率周龄为24周龄、体重为2.3 kg左右、66周龄入舍母鸡产蛋数为175～185个和产健雏数为145～155只）作为试验鸡，根据体重和产蛋率一致原则随机分成5个组，每组6个重复，每个重复13笼，每笼2只鸡。

1.2 试验饲粮

试验采用玉米－玉米蛋白粉（因豆粕中精氨酸含量较高，本试验选用粗蛋白质为 63.5%的饲料级玉米蛋白粉替代豆粕作为蛋白质原料）型基础饲粮，其营养水平主要参考黄羽肉鸡营养需要标准（2004）[21]和广东省农业科学院动物科学研究所的前期研究结果而设置。根据中国饲料成分及营养价值表[21]计算饲粮组成及营养水平（表 1），通过添加不同比例的精氨酸盐酸盐（宁波大榭开发区海德氨基酸工业有限公司）来实现饲粮中不同的精氨酸水

平（分别为 0.65%、0.80%、0.95%、1.10%和 1.25%）处理。

表 1 饲粮组成及营养水平（风干基础）

Table 1 Composition and nutrient levels of diets (air-dry basis) %

项目 Item	组别 Groups				
	1	2	3	4	5
原料 Ingredients					
玉米 Corn	66.00	66.00	66.00	66.00	66.00
小麦麸 Wheat bran	7.92	7.73	7.55	7.36	7.18
玉米蛋白粉 Corn protein meal	14.98	14.98	14.98	14.98	14.98
L-赖氨酸盐酸盐 *L*-Lys•HCl	0.589	0.589	0.589	0.589	0.589
DL-蛋氨酸 *DL*-Met	0.22	0.22	0.22	0.22	0.22
L-苏氨酸 *L*-Thr	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03
L-精氨酸盐酸盐 *L*-Arg•HCl	0.06	0.25	0.43	0.62	0.80
石粉 Limestone	7.10	7.10	7.10	7.10	7.10
磷酸氢钙 $CaHPO_4$	1.831	1.831	1.831	1.831	1.831
食盐 NaCl	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27
预混料 Premix[1)]	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
合计 Total	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
营养水平 Nutrient levels[2)]					
代谢能 ME/(MJ/kg)	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00
粗蛋白质 CP	16.59	16.90	17.20	17.41	17.71
钙 Ca	3.03	3.03	3.03	3.03	3.03
有效磷 AP	0.41	0.41	0.41	0.41	0.41

赖氨酸 Lys	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80
蛋氨酸 Met	0.54	0.54	0.54	0.54	0.54
蛋氨酸+半胱氨酸 Met+Cys	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80
苏氨酸 Thr	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56
精氨酸 Arg	0.65	0.80	0.95	1.10	1.25
粗蛋白质 CP[3)]	16.68	16.94	17.17	17.45	17.81
精氨酸 Arg[3)]	0.63	0.78	0.96	1.12	1.28

[1)]预混料为每千克饲粮提供 The premix provided the following per kg of diets：VA 10 800 IU，VB_1 1.8 mg，VB_2 8 mg，VB_6 4.1 mg，VB_{12} 0.01 mg，VD_3 2 160 IU，VE 67 IU，VK_3 1.4 mg，生物素 biotin 0.18 mg，叶酸 folic acid 1.08 mg，*D* –泛酸 *D*-pantothenic acid 11 mg，烟酸 nicotinic acid 32 mg，氯化胆碱 choline chloride 600 mg，抗氧化剂 antioxidant 150 mg，Cu (as copper sulfate) 7.0 mg，Fe (as ferrous sulfate) 72 mg，Mn (as manganese sulfate) 90 mg，Zn (as zinc sulfate) 72 mg，I (as potassium iodide) 0.90 mg，Se (as sodium selenite) 0.27 mg。

[2)]计算值 Calculated values。

[3)]实测值 Measured values。

1.3 饲养管理

本试验在广东省农业科学院动物科学研究所试验场进行。种鸡饲养采用 3 层阶梯式笼养限饲方式，每天 09:00 按 125 g/只一次给料饲喂试验鸡，乳头式饮水器自由饮水。试验期间每天光照恒定 16 h，自然通风。每天记录 08:00、14:00 和 20:00 鸡舍内的温度、湿度。试验最后 2 周给种鸡采用人工受精的方式输精，输精时间为 16:00，输精量为 30 μL/只，每 2 d 输 1 次精。其他操作按照常规饲养和免疫程序进行。正式试验开展前，所有鸡用第 1 组饲粮预饲 2 周，待其产蛋性能稳定后再进行正式试验，试验期 10 周。

1.4 指标测定

1.4.1 生产性能

试验期间每天 15:00 捡蛋 1 次，记录各重复产蛋数和不合格蛋数（包括破壳蛋、软烂

蛋、双黄蛋和畸形蛋），称量总蛋重、计算产蛋率、平均蛋重、总耗料量、料蛋比和不合格蛋率。计算公式如下：

产蛋率(%)=(总产蛋数/饲养日种鸡只数的累加数)×100；

平均蛋重(g)=总蛋重/总产蛋数；

料蛋比=总耗料量/总蛋重；

破蛋率(%)=(破损蛋数/产蛋数)×100；

不合格蛋率(%)=(不合格蛋数/产蛋数)×100。

1.4.2 孵化性能

试验结束前 1 周每重复挑选 50 枚合格种蛋，做好标记后在孵化机中孵化，测定种蛋受精率、孵化率、健雏率和健雏平均出壳重。

受精率(%)=[(入孵蛋数－未受精蛋数)/入孵蛋数]×100；

孵化率(%)=[出雏数/(入孵蛋数－未受精蛋数)]×100；

健雏率(%)=(健雏数/出雏数)×100；

健雏平均出壳重(g)=健雏总重/健雏数。

1.4.3 蛋品质

试验结束时，每重复随机挑选 2 枚合格种蛋，于 48 h 内完成蛋品质测定，包括蛋重、蛋形指数、蛋壳强度、蛋壳厚度、蛋黄重及蛋白质和脂肪含量。蛋形指数=蛋横轴长度/蛋蛋纵轴长度；蛋壳厚度采用千分尺测量去壳膜后的蛋壳钝端、中端和锐端 3 个点厚度，取其平均值得到蛋壳厚度值；蛋壳强度采用蛋壳强度测定仪（SN:EF04512011 型，ORKA 食品技术公司，日本）测定；将鸡蛋去壳后通过冷冻干燥成全蛋粉后，分别采用凯氏定氮法和索氏抽提法测定鸡蛋中蛋白质含量和脂肪含量，以干物质基础计算蛋白质和脂肪的相对含量。

1.4.4 血浆生化指标测定

试验结束时，试鸡称重后，每重复选取 2 只接近平均体重的试鸡，翅静脉采血 5 mL，3 000 r/min 离心 15min，分离血浆。分别采用南京建成生物工程研究所试剂盒测定血浆中尿酸、丙二醛（malondialdehyde,MDA）、还原型谷胱甘肽（reduced glutathione,GSH）和氧化型谷胱甘肽（oxidative glutathione,GSSG）含量、总超氧化物歧化酶（total superoxide

dismutase,T-SOD）和一氧化氮合酶（nitric oxide synthase,NOS）活性，操作步骤按照试剂盒说明书进行。根据测定的 GSH 和 GSSG 含量计算 GSH/GSSG 值。

1.4.5 屠宰性状和繁殖相关性状测定

将 1.4.4 采血后的种鸡进行屠宰，去毛后称取屠体重和摘取鸡冠称重，打开腹腔摘取卵巢和输卵管，分别称重；度量输卵管长度，记录直径大于 8 mm 的优势卵泡数量，将各器官重分别除以屠体重计算鸡冠指数、卵巢指数和输卵管指数。

1.5 数据统计分析

试验数据均采用 SAS 8.1 软件的 GLM 程序进行方差分析，在差异显著的基础上进行 Duncan 氏多重比较。若数据不符合正态分布，则先对数据进行正态分布转换后再进行统计分析，统计显著性水平为 P<0.05，P<0.10 表示具有差异显著趋势。各组试验数据均以平均值±标准误（mean±SE)表示。

2 结果与分析

2.1 饲粮精氨酸水平对黄羽肉种鸡生产性能的影响

由表 2 可知，饲粮精氨酸水平对产蛋率、平均蛋重、料蛋比和合格蛋率均没有显著影响（P>0.05），1.10%精氨酸组的产蛋率最高，分别比 0.65%和 1.25%精氨酸组提高了 3.65%和 3.97%（P<0.10）；1.25%精氨酸组平均蛋重最低，比 0.80%精氨酸组低了 1.97%(P<0.10)，与 0.65%、0.95%和 1.10%精氨酸组相比也有降低的趋势（P<0.10）；1.10%精氨酸组的料蛋比最低，与 1.25%和 0.65%精氨酸组相比，分别降低了 4.03%和 3.20%（P<0.10）；0.80%精氨酸组合格蛋率比 1.25%精氨酸组高 1.1 个百分点（P<0.10）。从生产性能指标综合来看，1.10%精氨酸组最优。

表 2 饲粮精氨酸水平对黄羽肉种鸡生产性能的影响

Table 2 Effects of dietary arginine levels on performance of Chinese yellow-feather broiler breeders

项目 Items	精氨酸水平 Arginine levels/%				
	0.65	0.80	0.95	1.10	1.25

产蛋率 Laying rate/%	63.1±2.9	63.4±1.5	64.0±0.7	65.4±1.2	62.9±2.6
平均蛋重 Average egg weight/g	60.8±0.4	60.9±0.6	60.7±1.5	60.7±0.7	59.7±0.5
料蛋比 Feed/egg mass	3.44±0.15	3.36±0.05	3.43±0.03	3.33±0.09	3.47±0.13
合格蛋率 Qualified egg rate/%	96.5±0.6	96.6±0.6	95.7±1.6	96.1±0.7	95.5±1.2

同行数据肩标无字母或相同小写字母表示差异不显著(P>0.05)，不同小写字母表示差异显著(P<0.05)。下表同。

In the same row, values with no letter or the same small letter superscripts mean no significant difference (P>0.05), while with different small letter superscripts mean significant difference (P<0.05). The same as below.

2.2 饲粮精氨酸水平对黄羽肉种鸡蛋品质的影响

由表 3 可知，饲粮精氨酸水平有影响种蛋蛋形指数的趋势（P<0.10），1.10%精氨酸组的蛋形指数最高，比0.95%组精氨酸高2.34%（P<0.10）；1.10%精氨酸组的蛋壳强度最高，均显著高于 0.65%、0.80%和 0.95%精氨酸组（P<0.05），0.95%和 1.25%精氨酸组的蛋壳强度还均显著高于 0.65%和 0.80%精氨酸组（P<0.05）；0.65%精氨酸组蛋壳厚度显著低于其他 4 组（P<0.05）；蛋黄重量占整个鸡蛋重的比值（蛋黄比例）以 0.95%精氨酸组最高，显著高于0.65%、0.80%和1.10%精氨酸组（P<0.05），0.65%、1.10%和1.25%精氨酸组的蛋黄比例还显著高于0.80%精氨酸组（P<0.05）；0.95%精氨酸组种蛋蛋白质含量显著高于其他4组（P<0.05）；各组鸡蛋中脂肪含量差异不显著（P>0.05）。

表 3 饲粮精氨酸水平对黄羽肉种鸡蛋品质的影响

Table 3 Effects of dietary arginine levels on egg quality of Chinese yellow-feather broiler breeders

	精氨酸水平 Arginine levels/%				
项目 Items	0.65	0.80	0.95	1.10	1.25
蛋形指数 Egg shape index	1.29±0.02	1.30±0.02	1.28±0.02	1.31±0.01	1.30±0.01
蛋壳强度 Shell strength/kgf	3.24±0.06[c]	3.47±0.10[c]	3.77±0.24[b]	4.32±0.34[a]	4.06±0.13[a]
蛋壳厚度 Shell thickness/mm	0.305±0.010[b]	0.323±0.007[a]	0.320±0.010[a]	0.320±0.009[a]	0.318±0.001[a]

蛋黄比例 Yolk percentage/%	32.5±0.6^{b}	30.9±0.6^{c}	33.9±0.5^{a}	31.7±1.0^{b}	33.2±0.7^{ab}
蛋白质含量 CP content/%DM	46.6±0.8^{b}	46.5±0.3^{b}	47.4±0.3^{a}	46.2±0.3^{b}	46.5±0.7^{b}
脂肪含量 EE content/%DM	37.2±1.0	37.9±0.5	36.9±0.9	37.2±1.0	37.2±1.1

2.3 饲粮精氨酸水平对黄羽肉种鸡血浆生化指标的影响

由表 4 可知，饲粮精氨酸水平对种鸡血浆中尿酸含量没有显著影响（*P*>0.05），1.25%精氨酸组血浆中尿酸含量与 0.65%精氨酸组相比有降低的趋势（*P*<0.10）；1.25%精氨酸组血浆中 MDA 含量显著高于其他 4 组（*P*<0.05）；1.25%精氨酸组血浆中 T-SOD 活性与 0.95%精氨酸组相比有提高的趋势（*P*<0.10）；各组血浆 NOS 活性差异不显著（*P*>0.05）；0.95%精氨酸组血浆中 GSH/GSSG 值显著高于其他 4 组（*P*<0.05），1.25%精氨酸组也显著高于 1.10%精氨酸组（*P*<0.05）。

表 4 饲粮精氨酸对黄羽肉种鸡血浆生化指标的影响

Table 4 Effects of dietary arginine levels on biochemical indices in plasma of Chinese yellow-feather broiler breeders

项目 Items	精氨酸水平 Arginine levels/%				
	0.65	0.80	0.95	1.10	1.25
尿酸 Uric acid/（μmol/L）	322±10	288±40	289±25	286±14	245±23
丙二醛 MDA/（μmol/L）	2.73±0.33^{b}	3.13±0.41^{b}	2.89±0.36^{b}	3.26±0.35^{b}	4.63±0.39^{a}
总超氧化物歧化酶 T-SOD/（U/mL）	151±8	164±5	141±20	167±5	172±7
一氧化氮合酶 NOS/(U/mL)	20.9±2.4	20.8±0.9	20.9±2.2	20.1±1.4	22.2±1.5
还原型谷胱甘肽/氧化型谷胱甘肽 GSH/GSSG	0.75±0.03^{bc}	0.71±0.08^{bc}	1.74±0.07^{a}	0.57±0.03^{c}	0.92±0.13^{b}

2.4 饲粮精氨酸水平对黄羽肉种鸡其他繁殖相关性状的影响

由表 5 可知，饲粮精氨酸水平对黄羽肉种鸡卵巢指数没有显著影响（*P*>0.05）；1.10%和 1.25%精氨酸组的鸡冠指数均显著高于其他 3 组（*P*<0.05）；饲粮精氨酸水平对输卵管长度和输卵管指数均没有显著影响（*P*>0.05）；饲粮精氨酸水平对优势卵泡数量、种蛋受精率和孵化率均没有显著影响（*P*>0.05）。

表 5 饲粮精氨酸水平对黄羽肉种鸡其他繁殖相关性状的影响

Table 5 Effects of dietary arginine levels on other traits related to reproduction of Chinese yellow-

feather broiler breeders

项目 Items	精氨酸水平 Arginine levels/%				
	0.65	0.80	0.95	1.10	1.25
卵巢指数 Ovary index/%	1.52±0.05	1.70±0.17	1.70±0.15	1.59±0.05	1.64±0.05
鸡冠指数 Comb index/%	0.244±0.031[b]	0.251±0.027[b]	0.231±0.029[b]	0.371±0.039[a]	0.346±0.036[a]
输卵管指数 Oviduct index/%	1.50±0.05	1.75±0.08	1.74±0.19	1.82±0.06	1.69±0.11
输卵管长度 Oviduct length/cm	55.8±6.4	56.2±3.1	52.3±1.8	52.9±5.2	56.1±6.6
优势卵泡数量 Dominant follicle number/个	5.00±0.89	5.40±0.89	4.80±0.45	5.00±0.63	5.00±0.63

2.5 饲粮精氨酸水平对种蛋孵化性能的影响

由表 6 可知，本研究中未发现饲粮精氨酸水平对种蛋受精率、孵化率、健雏率和健雏平均出壳重有显著影响（P>0.05）。1.25%精氨酸组出雏重/入孵蛋重值显著高于 0.65%和0.80%精氨酸组（P<0.05）。

表 6 饲粮精氨酸水平对种蛋孵化性能的影响

Table 6 Effects of dietary arginine levels on hatching performance of Chinese yellow-feather broiler breeder eggs

项目 Items	精氨酸水平 Arginine levels/%				
	0.65	0.80	0.95	1.10	1.25
入孵蛋重 Hatching egg weight/g	59.7±0.4	59.3±0.7	59.1±0.4	59.3±0.2	58.9±0.4
受精率 Fertility rate/%	94.8±1.1	96.8±1.8	96.5±1.9	94.0±1.4	93.7±5.7
孵化率 Hatchability/%	89.2±1.6	89.5±2.3	91.7±3.4	88.7±6.0	90.7±6.0
健雏率 Salable chick rate/%	99.1±1.3	99.1±1.3	99.3±1.1	98.9±1.6	98.0±2.3
健雏平均出壳重 Average salable chick birth weight/g	40.8±0.7	40.9±0.6	41.1±0.7	41.0±0.8	41.3±0.8
出雏重/入孵蛋重 Chick birth weight/hatching egg weight/%	69.0±0.2[b]	68.9±0.8[b]	69.4±0.6[ab]	69.4±1.0[ab]	70.1±0.4[a]

3 讨 论

3.1 饲粮精氨酸水平对黄羽肉种鸡生产性能的影响

对种鸡来说，生产性能就是繁殖性能的一部分。本试验研究发现饲粮精氨酸一定程度上可以提高种鸡的产蛋率，尽管总体未达显著水平，而过高的精氨酸添加有降低产蛋率的趋势。此结果与其他研究者的报道既有一致之处，也有不一致的地方。Lmgs 等[9]将饲粮精氨酸水平从 0.943%提高到 1.543%，也以 0.15%的梯度递增，发现产蛋率先增加后降低，与

精氨酸水平成显著的二次相关性；另一研究报道饲粮精氨酸水平为1.49%与0.89%相比，蛋鸡产蛋率提高了2.25个百分点，未达显著水平，2.49%精氨酸组与1.49%精氨酸组相比，蛋鸡产蛋率则显著降低了 7.57 个百分点[8]；也有研究报道精氨酸水平与肉种鸡产蛋率成显著一次和二次效应关系[10]；产蛋性能的增加可能是因为精氨酸通过某种作用刺激促黄体激素分泌的增加，促黄体激素直接作用于卵巢和卵泡[22]。高剂量精氨酸影响产蛋性能可能是因为精氨酸本身的代谢和分解排放需要耗费更多的能量，特别是排放尿酸的禽类动物受影响更严重[23]。本研究发现高剂量的精氨酸添加会导致种鸡平均蛋重显著降低，这与 Lmgs 等[9]报道的蛋重随精氨酸水平增加成线性增加的结果不一致。过高剂量的精氨酸添加（>2.00%）会导致产蛋鸡采食量下降，影响蛋鸡的生产性能[8]，本研究饲粮精氨酸水平均小于 1.25%，且本试验种鸡均采用限饲喂养，每天饲喂的 125 g 饲粮均能全部采食完，因此本研究中种鸡的生产性能不受采食量的影响。尽管此试验中因为快大型黄羽肉种鸡容易过肥，必须采取限饲，但是由于产蛋率和蛋重这 2 个指标不一样，仍不影响我们对料蛋比这个指标进行统计分析，不难发现过高剂量的精氨酸添加同样会导致料蛋比升高，饲料转化率效率降低。

3.2 饲粮精氨酸水平对黄羽肉种鸡蛋品质的影响

精氨酸对蛋品质、蛋组分等影响研究鲜见报道。杨宁[24]指出：合格种蛋应为卵圆形，蛋形指数为 1.33~1.38，以 1.35 最佳。本试验研究所用的快大型黄羽肉种鸡种蛋的蛋形指数偏低，仅 1.10%精氨酸组的种蛋蛋形指数接近推荐值。尽管本研究未发现精氨酸对合格蛋率有显著影响，但发现精氨酸可以提高种蛋的蛋壳强度和蛋壳厚度，可能是因为精氨酸促进了禽类蛋壳基质特异性蛋白 ovocleidin-17 的合成，ovocleidin-17 蛋白中存在大量精氨酸残基，它是调节蛋壳矿物质沉积的标志性蛋白[25]。牟韶阳等[26]研究发现中等剂量的精氨酸添加提高了蛋黄中粗蛋白质含量，这与本试验得到的 0.95%精氨酸组全蛋粉中蛋白质含量最高结果一致。牟韶阳等[25]还研究发现精氨酸添加降低了蛋黄中脂肪含量，本研究中未发现精氨酸对种蛋全蛋粉中脂肪含量有显著影响。蛋品质测定结果可能受随机选蛋的影响较大，应综合多次测定结果整体分析以保证结果的准确性。

3.3 饲粮精氨酸水平对黄羽肉种鸡血浆生化指标的影响

在禽类动物机体内，精氨酸一方面作为氨基酸参与体内蛋白质合成，另一方面经过鸟

氨酸循环生成氨后，再生成嘌呤，最后随嘌呤降解成尿酸而排出体外[27]。本试验中发现添加高剂量的精氨酸能降低种鸡血浆中的尿酸含量，此结果与前人研究报道一致[3,28]，可能是因为高剂量的饲粮精氨酸加剧了种鸡粪便中尿酸的排放，从而导致血液中尿酸含量下降。已有多篇文献报道精氨酸具有抗氧化的功能[29-31]。本试验研究发现饲粮精氨酸主要通过降低血浆中 GSSG 含量，从而提高 GSH/GSSG 值来提高机体内总抗氧化水平；同时，高剂量精氨酸反而导致血浆中 MDA 含量显著升高。也有研究报道补充精氨酸对糖尿病人血液中抗氧化指标没有显著影响[32]。

3.4 饲粮精氨酸水平对黄羽肉种鸡其他繁殖相关性状的影响

在母猪的研究中，已得出明确的结论证明精氨酸可以提高母猪的繁殖性能[2,6,33]。Basiouni 等[34]研究发现饲喂 2.05%精氨酸的母鸡 F1 卵泡重量高于饲喂 1.54%精氨酸。本研究未发现饲粮精氨酸对快大型黄羽肉种鸡优势卵泡个数有显著影响。在本试验中，种蛋的受精率和孵化率也不受饲粮精氨酸水平的影响，这与 Lmgs 等[9]研究结果一致。蛋重过大或太小都会影响孵化率和雏鸡质量。一般要求蛋用鸡种蛋为 50~60 g，肉用鸡种蛋为 52~68 g[24]。按此标准，本研究中选用于孵化的种蛋重量为 52~65 g。由于最高剂量精氨酸组的产蛋率和蛋重都要相对低一些，在相同时间内选出用于孵化的种蛋重量在数值上也低于其他 4 组；但是，此组的小鸡出壳重却是 4 组中最高的，尽管 2 个指标均未达到显著差异，但是却导致此组的出雏重/入孵蛋重值显著高于 2 个低剂量精氨酸组，一定程度上说明了精氨酸提高了种蛋的孵化转化率。这提示在种鸡生产中，可在种鸡受精期适当增加饲粮中精氨酸的添加来提高种蛋孵化的转化率，但目前未见有相关研究报道。

4 结 论

① 饲粮精氨酸为 0.80%～1.10%有提高快大型黄羽父母代肉种鸡母鸡的产蛋率和降低料蛋比的趋势。过高剂量的精氨酸添加有降低黄羽肉种鸡产蛋率、蛋重，增加料蛋比和产不合格蛋率的趋势。

② 饲粮精氨酸为 1.10%～1.25%可显著增加种蛋的蛋壳强度。

③ 饲粮精氨酸能提高种鸡的抗氧化能力，但过高的精氨酸添加会导致种鸡发生氧化应激。

④ 快大型黄羽肉种鸡产蛋高峰期饲粮精氨酸推荐水平为 1.10%。

参考文献：

[1] JOBGEN W S,FRIED S K,FU W J,et al.Regulatory role for the arginine–nitric oxide pathway in metabolism of energy substrates[J].The Journal of Nutritional Biochemistry,2006,17(9):571–588.

[2] MATEO R D,WU G,BAZER F W,et al.Dietary *L*-arginine supplementation enhances the reproductive performance of gilts[J].The Journal of Nutrition,2007,137(3):652–656.

[3] 刘凤菊,呙于明.王磊.1~3 周龄雌性肉仔鸡精氨酸需要量[J].动物营养学报,2011,23(4):571–577.

[4] RAMAEKERS P,KEMP B,VAN DER LENDE T.Progenos in sows increases number of piglets born[J].Journal of Animal Science,2006,84(Suppl.1):394.

[5] ZENG X F,WANG F L,FAN X,et al.Dietary arginine supplementation during early pregnancy enhances embryonic survival in rats[J].The Journal of Nutrition,2008,138(8):1421–1425.

[6] GAO K G,JIANG Z Y,LIN Y C,et al.Dietary L-arginine supplementation enhances placental growth and reproductive performance in sows[J].Amino Acids,2012,42(6):2207–2214.

[7] COUCH J R,ABBOTT W W.Arginine-lysine interrelationships in the nutrition of broiler breeder pullets during the developmental period[J].British Poultry Science,1974,15(5):467–479.

[8] NAJIB H,BASIOUNI G.Determination of the nutritional requirements of baladi chickens:1.Effect of arginine inclusion in excess of the leghorn requirement on performance of the saudi baladi chickens[J].Scientific Journal of King Faisal University:Basic and Applied Sciences,2004,5(1):131–144.

[9] LMGS S,AE M,JIM F,et al.Effects of dietary arginine supplementation on broiler breeder egg production and hatchability[J].Revista Brasileira de Ciência Avícola,2012,14(4):267–273.

[10] DUAN X X,LI F,MOU S Y,et al.Effects of dietary L-arginine on laying performance and anti-oxidant capacity of broiler breeder hens,eggs,and offspring during the late laying period[J].Poultry Science,2015,94(12):2938–2943.

[11] 周桂莲,蒋守群,林映才,等.我国黄羽肉鸡营养需要研究进展[J].中国家禽,2010,32(1):2–7.

[12] 苟钟勇,周桂莲.蒋守群.黄羽肉鸡营养研究进展[C]//动物营养研究进展(2012 年版):第十一次全国动物营养学术研讨会论文集.长沙:中国畜牧兽医学会动物营养学分会,2012:106–116.

[13] 朱翠,蒋宗勇,蒋守群,等.日粮代谢能和蛋白质水平对 30—39 周龄岭南黄羽肉种鸡繁殖性能的影响[J].中国农业科学,2012,45(1):159–169.

[14] 洪平,周桂莲,蒋守群,等.饲粮钙水平对 49~56 周龄黄羽肉种鸡繁殖性能和胫骨性能的影响[J].动物营养学报,2013,25(2):310–318.

[15] 蒋守群,蒋宗勇,郑春田,等.饲粮非植酸磷水平对 39~46 周龄黄羽肉种母鸡繁殖性能、胫骨指标和血浆生化指标的影响[J].动物营养学报,2015,27(2):559–568.

[16] 李龙,蒋守群,苟钟勇,等.不同锌添加水平对黄羽肉种鸡生产性能、孵化性能和血清抗氧化性能的影响[C]//营养与饲料:第十七次全国家禽学术讨论会论文集.重庆:中国畜牧兽医学会家禽学分会,2015:39.

[17] 阮栋,周桂莲,蒋守群,等.饲粮赖氨酸水平对 60~67 周龄黄羽肉种鸡产蛋性能、蛋品质、血液生化及孵化性能的影响[C]//中国畜牧兽医学会动物营养学分会第十一次全国动物营养学术研讨会论文集.长沙:中国畜牧兽医学会动物营养学分会,2012:138.

[18] 洪平,蒋守群,胡友军,等.46~53 周龄黄羽肉种鸡蛋氨酸需要量研究[J].中国畜牧杂志,2013,49(23):31–35.

[19] 林厦菁,蒋守群,苟钟勇,等.饲粮异亮氨酸水平对黄羽肉种母鸡生产性能、血液生化指标的影响[C]//中国畜牧兽医学会动物营养学分会第七届中国饲料营养学术研讨会论文集.郑州:中国畜牧兽医学会动物营养学分会,2014:388.

[20] CHEN F,JIANG Z,JIANG S,et al.Dietary vitamin A supplementation improved reproductive performance by regulating ovarian expression of hormone receptors,caspase-3 and Fas in broiler breeders[J].Poultry Science,2016,95(1):30–40.

[21] 中华人民共和国农业部.NY/T 33—2004 鸡饲养标准[S].北京:中国农业出版社,2004.

[22] BASIOUNI G F.The effect of feeding an extra amounts of arginine to Local Saudi Hens on

luteinizing hormone secretion[J].Journal of Biological Sciences,2009,9(6):617–620.

[23] LEESON S,SUMMERS J.Nutrition of the chicken[M].Ontario,Canada:University of Guelph,2001.

[24] 杨宁.现代养鸡生产[M].北京:北京农业大学出版社,1994.

[25] 余丹,邹成义,李斌.禽类蛋壳基质特异性蛋白——ovocleidin-17 的研究进展[J].动物营养学报,2013,25(6):1164–1168.

[26] 牟韶阳,段晓雪,冯佳玮,等.精氨酸对产蛋后期肉种鸡产蛋性能及蛋组分的影响[C]//中国畜牧兽医学会动物营养学分会第七届中国饲料营养学术研讨会论文集.郑州:中国畜牧兽医学会动物营养学分会,2014:404.

[27] 孙红暖,杨海明,王志跃,等.精氨酸对动物的营养生理及免疫作用[J].动物营养学报,2014,26(1):54–62.

[28] MAXWELL A J,BRUINSMA K A.Uric acid is closely linked to vascular nitric oxide activity:evidence for mechanism of association with cardiovascular disease[J].Journal of the American College of Cardiology,2001,38(7):1850–1858.

[29] 姜丽丽,王安,李珍珍,等.精氨酸对笼养育雏期蛋鸭生产性能及抗氧化功能的影响[J].饲料工业,2013,34(12):30–33.

[30] 谭小进,戴爱国,文芳,等.*L*-精氨酸对冠心病高脂血症患者血脂、脂过氧化物及血液流变学的影响[J].中国动脉硬化杂志,1997,5(1):41–44.

[31] JABLECKA A,BOGDAŃSKI P,BALCER N,et al.The effect of oral L-arginine supplementation on fasting glucose,HbA1c,nitric oxide and total antioxidant status in diabetic patients with atherosclerotic peripheral arterial disease of lower extremities[J].European Review for Medical and Pharmacological Sciences,2012,16(3):342–350.

[32] FAYH A P T,KRAUSE M,RODRIGUES-KRAUSE J,et al.Effects of *L*-arginine supplementation on blood flow,oxidative stress status and exercise responses in young adults with uncomplicated type Ⅰ diabetes[J].European Journal of Nutrition,2013,52(3):975–983.

[33] WU G Y.Recent advances in swine amino acid nutrition[J].Journal of Animal Science and Biotechnology,2010,1(2):118–130.

[34] BASIOUNI G,NAJIB H,ZAKI M M,et al.Influence of extra supplementation with arginine and lysine on overall performance,ovarian activities and humoral immune response in local saudi hens[J].International Journal of Poultry Science,2006,5(5):441–448.

Effects of Dietary Arginine Levels on Reproductive Performance of Chinese Yellow-Feather Broiler Breeders during Peak of Laying

GOU Zhongyong JIANG Shouqun* JIANG Zongyong ZHENG Chuntian LI Long CHEN Fang LIN Xiajing FAN Qiuli

(*Institute of Animal Science, Guangdong Academy of Agricultural Sciences, State Key Laboratory of Livestock and Poultry Breeding, Key Laboratory of Animal Nutrition and Feed Science in South China, Ministry of Agriculture, Guangdong Public Laboratory of Animal Breeding and Nutrition, Guangdong Key Laboratory of Animal Breeding and Nutrition, Guangzhou* 510640, *China*)

Abstract: This trial was conducted to investigate the effects of different dietary arginine levels on reproductive performance of Chinese yellow-feather broiler breeders. Seven hundred and eighty 36 week-old Chinese yellow-feather broiler breeders were randomly assigned to 5 groups. Each group had 6 replicates with 26 birds per replicate. The arginine levels were 0.65%, 0.80%, 0.95%, 1.10% and 1.25%, respectively. The trial lasted for 10 weeks after 2 weeks adaption when the broilers were fed diet with 0.65% arginine. The results demonstrated that there were no significant effects of different dietary arginine levels on laying rate, average egg weight and the ratio of feed to egg mass (P>0.05). Laying rate in 1.10% arginine group was the greatest and it tended to be increased compared to that of 0.65% or 1.25 arginine group (P<0.10). Average egg weight of 1.25% group was the lightest and had a tendency to be decreased compared to the other 4 groups (P<0.10). There were significant effects of different dietary arginine levels on shell strength, shell thickness, yolk percentage, protein content of hatching eggs as well as malondialdehyde content and the ratio of

glutathione to oxidative glutathione in plasma of broilers (P>0.05). No significant effects of different dietary arginine levels on fertility rate, hatchability, salable chick rate and average salable chick birth weight were observed (P>0.05). In conclusion, appropriate dietary arginine can improve laying rate of Chinese yellow-feather broiler breeders to some extent, and enhance shell strength of eggs and antioxidant ability of breeders. To sum up, arginine requirement for Chinese yellow-feather broiler breeders during the peak laying period is 1.10%.

Key words: Chinese yellow-feather broiler breeders; laying period; arginine; reproductive performance; egg quality

---

*Corresponding author, professor, E-mail: jsqun3100@sina.com (责任编辑 田艳明)